

## Тема: Генетика статі й успадкування, зчеплене зі статтю.

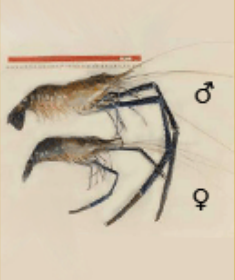
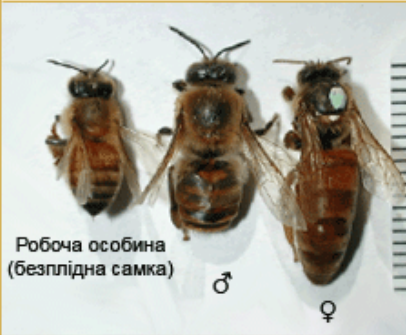
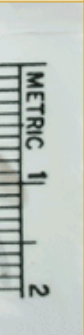
### *Вивчення нового матеріалу*

#### 1. Генетика статі

Існує три основних типи визначення статі: до запліднення, в момент запліднення та після запліднення .

У людини, як і в більшості хребетних, комах та деяких інших організмів стать визначається в момент запліднення та зумовлена відмінностями в хромосомних наборах особин різної статі.

Диплоїдний набір хромосом кожного організму, що розмножується статевим, містить аутосомні хромосоми (*аутосоми*, їх набір однаковий у особин різної статі) та статеві хромосоми (*гоносоми*). У людини, наприклад, за загальної кількості хромосом  $2n = 46$ , наявні 44 аутосоми та 2 статеві хромосоми. Останні й визначають стать дитини в момент запліднення.

|                                                                 | Гетерогаметна стать — чоловіча                                                                                                                                                                         | Гетерогаметна стать — жіноча                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Гетерогаметна<br>стать має<br>особливу<br>хромосому             | $\text{♀ XX} - \text{♂ XY}$<br>  | $\text{♀ ZW} - \text{♂ ZZ}$<br>  |
| Гетерогаметна<br>стать має<br>лише одну<br>статеву<br>хромосому | $\text{♀ XX} - \text{♂ XO}$<br>  | $\text{♀ ZO} - \text{♂ ZZ}$<br>  |

## 2. Типи визначення статі.

Статеві ознаки можуть бути морфологічними, фізіологічними, біохімічними, поведінковими тощо. Ознаки статі поділяють на первинні та вторинні статеві ознаки. У більшості інших ссавців (в тому числі й людини), дрозоділи та деяких рослин є два види статевих хромосом: X та Y, набір яких визначає стать. При наявності в каріотипі двох X-хромосом стать особини буде жіночою (гомогаметна стать); X- та Y-хромосоми - чоловічою (гетерогаметна стать). Відповідно, жіночий організм утворює яйцеклітини, що несуть лише один тип статевих хромосом - X. Сперматозоїдів же є два типи - з X- та Y-хромосомами, а отже, стать майбутнього нащадка визначається тим, сперматозоїд якого типу зіллється з яйцеклітиною, а стать дитини повністю залежить від батька.

Особини, каріотип яких з певних причин містить лише пару Y-хромосом, як правило, не виживають, оскільки Y-хромосома не містить деяких наявних в X-хромосомі життєво важливих генів і фактично відповідає лише за розвиток статевих ознак чоловіка. Тим не менше, у X- та Y- хромосом є гомологічна ділянка, що дозволяє їм здійснювати кон'югацію під час мейозу. Гени, що розташовані там, можуть успадковуватися практично як аутосомні.

Варіантом XY-системи визначення статі є система XO, притаманна прямокрилим, тарганам, цвіркунам та деяким іншим комахам. У цій системі особини жіночої статі матимуть дві X-хромосоми, а чоловічої - лише одну.

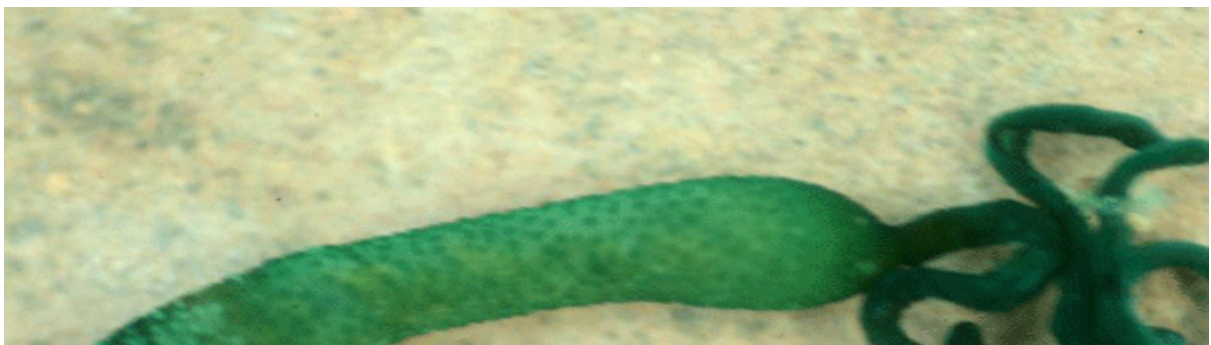
Визначення статі за допомогою статевих хромосом може відбуватися також і за ZW-системою, притаманною птахам, рептиліям, деяким ракоподібним та ін. У цій системі гетерогаметною статтю є жіноча, а гомогаметною - чоловіча. Щоб відрізнити статеві хромосоми цієї системи від статевих хромосом системи XY, їх позначили як Z та W. Втім, що саме здійснює вирішальний вплив на детермінування статі - наявність двох Z-хромосом у організму чоловічої статі чи W-хромосоми у жіночої, поки що невідомо.

### **3. Вплив факторів зовнішнього середовища на стать майбутнього організму.**

Як було вказано вище, стать майбутніх нащадків може визначатися також до чи після моменту запліднення.

До запліднення визначення статі, як правило, відбувається внаслідок неоднакового розподілу поживних речовин між яйцеклітинами. Потім з бідних на поживні речовини яйцеклітин розвиваються самці, а з багатих - самки. Такий тип визначення статі притаманний, наприклад, коловерткам і тлям.

Прикладом організму після запліднення з визначенням статі є морський кільчастий черв *Bonellia viridis*. Вільноплаваючі личинки цього черва розвиваються в самок, а ті, що прикріплюються до хоботка дорослої самки та потрапляють під вплив її гормонів - у самців.



## Черв *Bonellia viridis*

Ще одним прикладом після запліднення є визначення статі є розвиток деяких рептилій. З яєць, відкладених у ґрунт, самці та самки вилуплюються в залежності від температури середовища.



### 3. Вплив ознак на визначення статі організму

Є ознаки, на характер успадкування яких впливає стать організму. Це пояснюється неоднаковим генним складом Х та Y-хромосом. Втрата Х-хромосоми спричиняє загибель зиготи. Y-хромосома зустрічається тільки у особин однієї статі. Більшість ознак у цій парі зосереджені в Х-хромосомі, бо в Y-хромосомі кількість генів обмежена. У гетерогаметних особинах деякі гени не мають пари, ці ознаки несе тільки Х-хромосома. Тому ознаки, розташовані в статевих хромосомах (зчеплені зі статтю), по-іншому проявляються у різних статей. Так, ген дальтонізму у людини знаходиться в статевій

X-хромосомі і є рецесивним. Його носієм може бути жінка, а прояв ознаки спостерігається у чоловіків.

Рецесивна ознака передається від матері синам і виявляється у них, а від батьків — дочкам, але частіше за все не проявляється.

Дуже рідко у жінки проявляється X-зчеплена рецесивна ознака. Це виникає внаслідок кількох причин. По-перше, жінка може мати аномальний набір хромосом, тобто, тільки одну X-хромосому, як, наприклад, при синдромі Тернера (XO). По-друге, вона може бути гомозиготною щодо гена-мутанта, але це трапляється дуже рідко і викликає рідкісні рецесивні розлади, бо тоді жінка мусила б успадкувати такі порушення від обох батьків. По-третє, жінка може бути "очевидною гетерозиготою". Якщо завдяки випадковості серед більшості її клітин є здорова інактивована X-хромосома, тоді у жінки-гетерозиготи може проявитися ця ознака. Під час ретельного обстеження носіїв псевдогіпертрофічної міопатії Дюшена у них іноді виявляють слабкість деяких груп м'язів, що характерно для уражених хлопчиків.

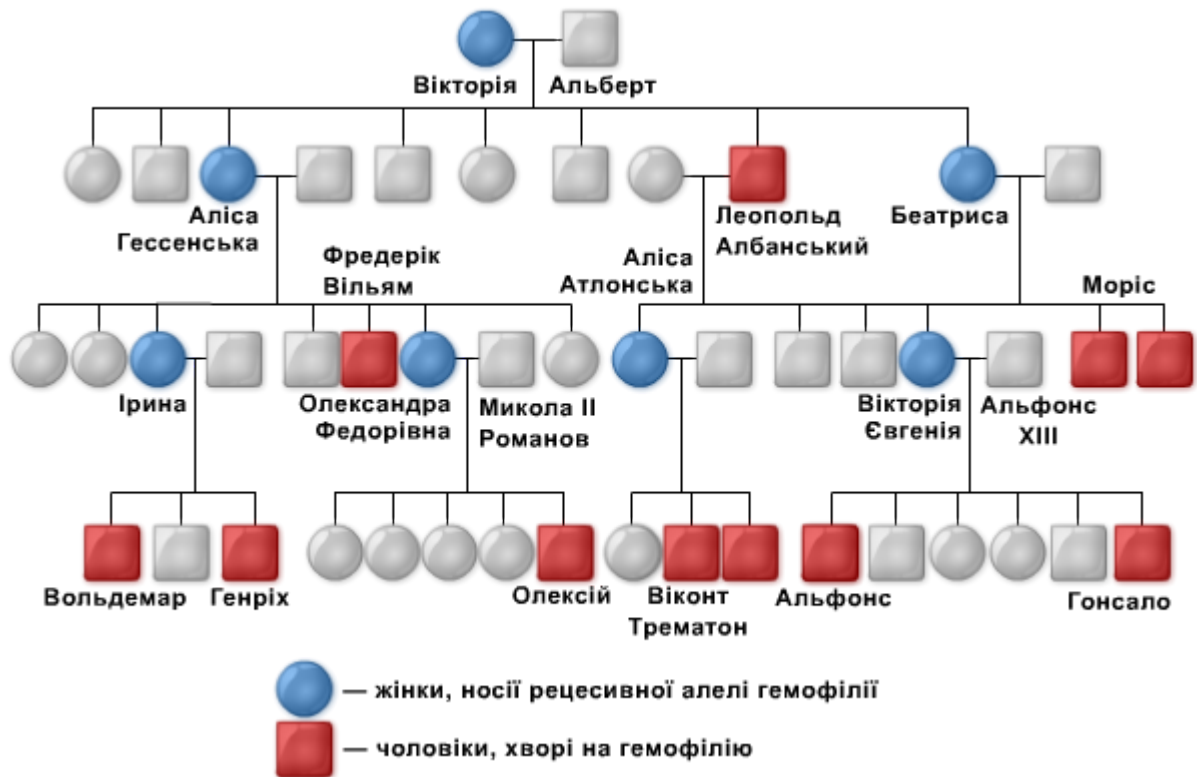
Якщо чоловік з X- зчепленим захворюванням має доньку, він завжди передаватиме їй змінений ген. Це відбувається тому, що чоловіки мають лише одну X хромосому і завжди передають її своїм донькам. Через це, усі їх доньки будуть носіями. Доньки не будуть хворими, проте матимуть ризик народження уражених синів. Якщо чоловік з X- зчепленим захворюванням має сина, його син ніколи не успадкуватиме зміненого гена на X хромосомі. Це відбувається

тому, що чоловіки завжди передають своїм синам Y хромосому (при передачі X хромосоми народжується донька).

Прикладом зчепленої зі статтю ознаки у ссавців є «черепашкове» (*каліко*) забарвлення кішок. Чорне забарвлення у цих тварин домінує над рудим, а ген, що визначає колір шерсті, локалізований у X-хромосомі. Гетерозиготна за цим геном самка може мати черепашковий окрас внаслідок того, що в частині її клітин



інактивується X-хромосома з рецесивним алелем, а в частині — з домінантним.



Родовід королеви Вікторії та її нащадків — приклад довготривалого успадкування гемофілії.

### ***Приклади задач (переписати в зошит).***

**Задача 1.** У людини захворювання гемофілія (знижена здатність крові до зсідання) успадковується як рецесивна ознака, зчеплена зі статтю. Ген гемофілії локалізований у Х-хромосомі. Дочка хворого на гемофілію збирається одружитися із сином іншого хворого на гемофілію, причому наречені на гемофілію не хворіють. Визначте ймовірність народження дитини, яка хвора на гемофілію, та її стать.

Дано:  
 Н — алель нормального зсідання крові;  
 h — алель гемофілії;  
 ХНХН — здорова жінка;  
 ХНХh — здорова жінка, носій гена гемофілії;  
 ХhХh — жіноча особа не життєздатна;  
 ХНу — здоровий чоловік;  
 Хhу — чоловік хворий на гемофілію

---

Імовірність народження дитини, яка хвора на гемофілію, та її стать — ?

гамети  $\begin{matrix} \text{XH} \\ \text{Xh} \end{matrix}$   $\begin{matrix} \text{XH} \\ \text{Y} \end{matrix}$

F  $\begin{matrix} \text{XHXH} & \text{здорові} \\ \text{XHXh} & \text{дочки} \end{matrix} \} - 50 \%$   
 $\begin{matrix} \text{XHу} & \text{здоровий син} \\ \text{Хhу} & \text{син-гемофілік} \end{matrix} \} - 25 \%$

*Відповідь.* Вірогідність народження дитини, яка хвора на гемофілію, в цій сім'ї становить 25 % і це буде син.

**Задача 2.** Гетерозиготних червонооких самок дрозофіли схрестили з червоноокими самцями. У потомстві одержали по 73 червонооких і білооких самців і 150 самок. Визначте генотипи батьків і потомства, якщо відомо, що червоний колір очей — домінантна ознака, білий — рецесивна. Ці гени локалізовані в Х-хромосомі.

Дано:  
 А — алель червоних очей;  
 а — алель білих очей;  
 ХАХА — червоноокі самки;  
 ХАХа — червоноокі самки;  
 ХаХа — білоокі самки;  
 ХАу — червоноокі самці;  
 Хау — білоокі самці

---

Генотипи батьків і потомства — ?

Р ♀ ХАХа × ♂ ХАу

гамети  $\begin{matrix} \text{XA} \\ \text{Xa} \end{matrix}$   $\begin{matrix} \text{XA} \\ \text{Y} \end{matrix}$

F  $\begin{matrix} \text{XAXA} \\ \text{XAXa} \end{matrix} \} \text{ червоноокі самки } - 150 \text{ особин}$   
 $\begin{matrix} \text{ХАу} \\ \text{Хау} \end{matrix} \} \text{ самці } - 73 \text{ особини}$

*Відповідь.* Генотипи батьків: ХАХа і ХАу.  
 Генотипи потомства: самки: ХАХА і ХАХа; самці ХАу і Хау.

**Задача 3.** У свійських курей зчеплений із х-хромосомою рецесивний ген — 1 має летальну дію. Було отримано потомство — 60 курчат. Яка частина потомства загине, якщо схрестити курку з гетерозиготним півнем?

Дано:

- L — алель нормального здорового стану;
- l — алель летального гена;
- XLXL — нормальні півні;
- XLXl — нормальні півні, носії летального гена;
- XlXl — особини чоловічої статі гинуть;
- XLy — нормальна здорова курка;
- Xly — нежиттєздатні особини жіночої статі

Частина загинлого потомства — ?

**P** ♀ XLy × ♂ XLXl

гамети

**F** XLXL XLXl XLy Xly

50 % півні нормальні 2/3 40 особин

25 % курки нормальні 1/3 20 особин

25 % курки нежиттєздатні

від усіх живих

**Відповідь.** Серед потомства, яке нараховує 60 особин: півнів — 40 особин (2/3), курок — 20 особин (1/3). Загине 25 % курочок.

**Задача 4.** Особлива форма рахіту призводить до нестачі фосфору в крові. Ця хвороба не лікується вітаміном D і зумовлена домінантним геном, локалізованим у Х-хромосомі. У сім'ї, де батько має це захворювання, а мати здорова, є 3 дочки і 5 синів. Скільки в цій сім'ї хворих дітей (%)?

Дано:

- A — алель, яка зумовлює порушення будови скелета, тобто рахіт;
- a — алель нормального скелета;
- XAHA — рахіт у жінки;
- XAHa — рахіт у жінки;
- HaHa — здорова жінка;
- HAy — рахіт у чоловіка;
- Hay — здоровий чоловік

Кількість хворих дітей — ?

**Відповідь.** Усі п'ять дочок хворі на рахіт.

**Задача 5.** Темна емаль зубів зумовлена домінантними алелями двох різних генів, один з яких міститься в аутосомі, а другий — у Х-хромосомі. У сім'ї, де батьки мають темні зуби, народилися дівчинка й хлопчик з білими зубами. Визначте ймовірність народження наступної дитини з білими зубами, якщо темні зуби матері зумовлені геном Х-хромосоми, а темні зуби батька — аутосомним геном.

Дано:

- A — алель темних зубів;
- a — алель білих зубів;
- B — алель темних зубів;
- b — алель білих зубів;
- AA — темні зуби;
- Aa — темні зуби;
- aa — білі зуби;
- XBXB — темні зуби жінки;
- XBXb — темні зуби жінки;
- XbXb — білі зуби жінки;
- XBY — темні зуби чоловіка;
- Xby — білі зуби чоловіка

Ймовірність народження дитини з білими зубами — ?

**Відповідь.** 1/8

Скористаємося решіткою Пеннета.

|                 | Ax <sup>b</sup>                                        | Ay                                      | ax <sup>b</sup>                                        | ay                                      |
|-----------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| aX <sup>B</sup> | AaX <sup>B</sup> X <sup>b</sup><br>дочка<br>темні зуби | AaX <sup>B</sup> Y<br>син<br>темні зуби | aaX <sup>B</sup> X <sup>b</sup><br>дочка<br>темні зуби | aaX <sup>B</sup> Y<br>син<br>темні зуби |
| ax <sup>b</sup> | AaX <sup>b</sup> X <sup>b</sup><br>дочка<br>темні зуби | AaX <sup>b</sup> Y<br>син<br>темні зуби | aaX <sup>b</sup> X <sup>b</sup><br>дочка<br>білі зуби  | Aabb<br>син<br>білі зуби                |

дочки — темні зуби —  $\frac{3}{8} = 37,5\%$ ;  
 дочки — білі зуби —  $\frac{1}{8} = 12,5\%$ ;  
 сини — темні зуби —  $\frac{3}{8} = 37,5\%$ ;  
 сини — білі зуби —  $\frac{1}{8} = 12,5\%$ .  
**Відповідь.** Вірогідність наступної дитини в цій сім'ї народитися з білими зубами становить 25 %, і це може бути і дочка, і син.

### Домашнє завдання:



1. Опрацювати конспект та переглянути відео за посиланням:

<https://www.youtube.com/watch?v=02bfxQBqXeQ>

<https://www.youtube.com/watch?v=gnHyyclRf9w>

2. Виконайте вправу «Закінчи речення» та надішліть відповіді на пошту: [anmay@i.ua](mailto:anmay@i.ua)

### Вправа «Закінчи речення»

1. Генетика — це наука про...
2. Матеріальними носіями спадковості є...
3. Засновник гібридологічного методу в генетиці
4. Генотип — це сукупність...
5. Автор хромосомної теорії спадковості...
6. Метод складання й аналізу родоводів...
7. Явище обміну ділянками гомологічних хромосом називається...
8. Алельні гени розташовані на...
9. Алель, який завжди проявляється в гетерозиготі...
10. Геном — це сукупність генів, що локалізовані в...
11. Виріши задачу:

## Задача 1

*Дочка гемофіліка виходить  
заміж за сина іншого гемофіліка,  
причому наречена і наречений не  
хворіють на гемофілію. Визначте  
ймовірність народження хворої  
дитини у сім'ї.*

**Бережіть себе та близьких!**

